



TITLE:

# 高速パケット通信網の通信品質制御方式に関する研究(Abstract\_要旨)

AUTHOR(S):

平松, 淳

---

CITATION:

平松, 淳. 高速パケット通信網の通信品質制御方式に関する研究. 京都大学, 2015, 博士(情報学)

ISSUE DATE:

2015-03-23

URL:

<https://doi.org/10.14989/doctor.k19130>

RIGHT:

( 続紙 1 )

京都大学	博士 ( 情報 学 )	氏名	平松 淳
論文題目	高速パケット通信網の通信品質制御方式に関する研究		
<p>(論文内容の要旨)</p> <p>あらゆる情報をパケットに分解して転送する高速パケット通信網は、近年のインターネットを始め、多種多様な情報通信サービスの基盤となっている。通信品質制御は、通信サービスに対する多様な通信品質の要求を満足させつつ、最大限の通信トラヒックを収容し、通信網を可能な限り効率的に運用する技術である。本論文は、高速パケット通信網の通信品質制御を対象とし、神経回路網の学習機能を用いた通信品質制御方式の提案と性能評価を行うとともに、将来の省エネルギー化に向けた広域同期スケジュール型高速パケット網を実現するための効率的なトラヒック収容手法を研究している。</p> <p>第2章は、高速パケット網における通信品質制御の枠組みを述べている。通信品質制御がパケット転送レベル、呼レベル、網レベルの3階層から構成されることを示し、本論文が対象とする、学習型通信品質制御と広域同期スケジュール型パケット網の研究課題を述べている。</p> <p>第3章から第5章は、神経回路網を用いた学習制御方式を提案している。第3章は、3層神経回路網を用いたオンライン学習制御型呼受付制御方式を提案している。さまざまなパケットの到着状況におけるパケット廃棄率をあらかじめ学習することにより、新たな呼接続の要求があった場合に、品質を満足できるかどうかを推定し、受付判定制御を行うものである。一般に目標パケット廃棄率は低い確率が設定される。低確率な事象を精度よく学習するためのリーキーパターンテーブル学習法を考案し、各種の呼種の組み合わせに対して、呼受付制御が可能であることを示している。</p> <p>第4章は、呼受付制御に加え、リンク容量割り当てを行うクロスレイヤ型のオンライン学習制御を提案し、比較的期間間隔の短い呼受け付け制御と、比較的長周期のリンク容量割り当て制御を連携統合して制御可能であることを明らかにしている。</p> <p>第5章は、仮想出力バッファ法による学習型通信品質制御を述べている。学習制御方式においては、品質が悪い状態も経験しないと受付制御の限界が学習できないという課題がある。そこで、実際の回線容量よりも小さな出力帯域を持った仮想バッファでパケット廃棄を発生させ、それを観測する手法を提案し、パケット廃棄を発生させずに、接続限界を学習できることを示している。</p> <p>第6章は、低消費電力な広域同期型光パスネットワークを扱っている。GPS等の高精度な時刻同期を用いた時分割型の光パスネットワークは、小さな粒度で効率的に帯域割り付けが可能で、光信号のまま処理が可能なため電力消費量が小さい特長を持つ。高効率なタイムスロット割り付けを実現するために、連続タイムスロット割り付けや、基準ノードからの最短経路木を用いてタイムスロット選択位置をシフトする方法を提案し、高いリンク利用率が達成できることを示している。</p> <p>第7章は結論であり、本論文を総括している。</p>			

注) 論文内容の要旨と論文審査の結果の要旨は1頁を38字×36行で作成し、合わせて、3,000字を標準とすること。

論文内容の要旨を英語で記入する場合は、400～1,100 wordsで作成し  
審査結果の要旨は日本語500～2,000字程度で作成すること。

(論文審査の結果の要旨)

近年のインターネットや高速ネットワークの普及により、パケット網でさまざまな通信メディアを利用できるようになった。一方、網資源を個別の通信に割り当てないパケット網では通信品質制御がますます重要な技術となっている。本論文は、高速パケット網における通信品質制御方式を対象とし、神経回路網を応用した学習制御方式と、広域同期型光ネットワークにおけるタイムスロット割り当て手法により、パケット網の高精度で高効率な通信品質制御を実現するものである。

神経回路網を用いた学習型品質制御方式は、パケットトラフィック量とパケット廃棄率の関係を学習し、さまざまな呼種の組み合わせに対して、呼受付可能な限界を与えることができる。学習制御方式は、情報源の統計的な性質が未知の場合においても制御できる特長を持ち、非線形な関数となる受付限界を高精度に学習できる。一方制御目標とするパケット廃棄率は小さな値であり、稀に発生する事象を効率よくかつ高精度で学習できるアルゴリズムが必要であった。この課題に対して、リーキーパターンテーブル法と呼ぶ手法を新たに考案し、低頻度な事象を効率的に学習しつつ、制御対象の性質変化にも追従可能な学習法を実現した。

通信品質制御は、事象の発生と制御周期から、パケット転送レベル、呼レベル、網制御レベルの3階層で行われる。呼制御を行う神経回路網と、網制御を行う神経回路網を接続し、2種類の神経回路網を用いて呼レベルの制御と網レベルの制御を統合・連携制御できることを示した。

学習型品質制御方式においては、パケット廃棄率が呼受付限界に相当する目標値を超える場合を経験しないと、受付限界を学習することができない。すなわち、劣悪な通信品質の状況を実際に起こす必要があり、ユーザへのサービス性の点で問題があった。この課題を解決するため、実際の出力回線速度よりも低速な仮想バッファを用い、呼受付限界の直前に仮想バッファのみでパケット廃棄を発生させて受付限界を学習させるオンライン学習方式を提案した。

学習型通信品質制御方式は、先駆的な研究として新たな研究分野を開拓した。また、低確率な事象を効率よく、かつ高精度で学習する方式の提案などにより、学習型品質制御方式を実用可能な技術レベルに高めた。

光パスネットワークは、高速大容量で、低消費電力なネットワーク技術であるものの、帯域設定粒度が大きいという欠点がある。広域同期型光ネットワークは、高精度な時刻同期技術の普及をもとに、同期的なスケジューリングにより柔軟な帯域設定を行うことができる。提案した方式は、連続タイムスロット割り付けにより、ガードタイムによる無効な帯域の浪費を防ぐことが可能である。また、複数のリンクにまたがったタイムスロット割り付けを効率的に行う方法として知られているファーストフィット法は、リンクの伝搬遅延により、広域同期型光ネットワークには適用できなかった。ネットワーク内で適切に基準ノードを選択し、基準ノードからの最短経路木を用いてタイムスロット選択位置をノード毎にシフトする方法を提案し、ファーストフィット法同様に高いリンク利用率が達成できることを示した。

以上述べたように、高速パケットネットワークにおいて通信品質を満足するための制御方式について、さまざまな新規技術の提案を行い、その有効性を示した。本論文のいくつかの研究は、新たな研究分野の創出に寄与するとともに、実用性の高い有用な技術である。よって、本論文は博士（情報学）の学位論文として価値のあるものと認める。

また、平成26年12月24日に実施した論文内容とそれに関連した口頭試問の結果合格と認めた。

注) 論文審査の結果の要旨の結句には、学位論文の審査についての認定を明記すること。  
更に、試問の結果の要旨（例えば「平成 年 月 日論文内容とそれに関連した口頭試問を行った結果合格と認めた。」）を付け加えること。

Webでの即日公開を希望しない場合は、以下に公開可能とする日付を記入すること。  
要旨公開可能日： 年 月 日以降